

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re U.S. Patent Application of )  
 )  
KIMURA et al. )  
 )  
Application Number: To be Assigned )  
 )  
Filed: Concurrently Herewith )  
 )  
For: MAGNETIC RECORDING HEAD AND FABRICATION )  
PROCESS )  
 )  
ATTORNEY DOCKET NO. HIRA.0129 )

Honorable Assistant Commissioner  
for Patents  
Washington, D.C. 20231

**REQUEST FOR PRIORITY  
UNDER 35 U.S.C. § 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Sir:

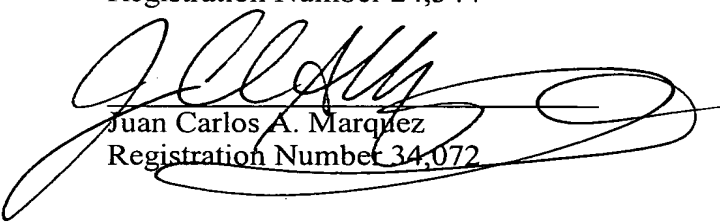
In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of June 23, 2003, the filing date of the corresponding Japanese patent application 2003-178722.

A certified copy of Japanese patent application 2003-178722 is being submitted herewith. Acknowledgment of receipt of the certified copy is respectfully requested in due course.

Respectfully submitted,

\_\_\_\_\_  
Stanley P. Fisher  
Registration Number 24,344

**REED SMITH LLP**  
3110 Fairview Park Drive  
Suite 1400  
Falls Church, Virginia 22042  
(703) 641-4200  
**October 30, 2003**

  
Juan Carlos A. Marquez  
Registration Number 34,072

( Translation )

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of  
the following application as filed with this Office.

Date of Application:	June 23, 2003
Application Number:	Japanese Patent Applica
tion	No. 2003-178722
Applicant(s):	HITACHI, LTD.

October 3, 2003

Commissioner, Patent Office  
Yasuo IMAI (seal)

Certificate No. 2003-3081944

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 6月23日

出願番号  
Application Number: 特願2003-178722  
ST. 10/C]: [JP2003-178722]

願人  
Applicant(s): 株式会社日立製作所

2003年10月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫

出証番号 出証特2003-308194

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    6 月 2 3 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 7 8 7 2 2  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 1 7 8 7 2 2 ]

出      願      人                      株式会社日立製作所  
Applicant(s):

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

2 0 0 3 年 1 0 月    3 日

今 井 康 夫

出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 1 9 4 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 H300340

【提出日】 平成15年 6月23日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 5/31

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社  
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 木村 久志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社  
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 府山 盛明

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100091096

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 祐輔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015244

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ヘッド及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 主磁極と副磁極とを備える単磁極ヘッドを含む磁気ヘッドにおいて、

前記主磁極を構成する磁性膜上に非磁性金属膜が形成され、前記非磁性金属膜上に非磁性絶縁膜が形成されていることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】 請求項1記載の磁気ヘッドにおいて、前記主磁極はFeCo膜、CoNiFe膜、もしくはFeCo膜と非磁性膜との積層膜であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項3】 請求項1記載の磁気ヘッドにおいて、前記非磁性金属膜はNiCr, Cr, Ta又はTaWからなり、前記非磁性絶縁膜はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項4】 請求項1記載の磁気ヘッドにおいて、前記非磁性金属膜は膜厚が5nm以上、30nm以下であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項5】 請求項1記載の磁気ヘッドにおいて、前記主磁極は浮上面の形状が台形であり、当該台形の長い方の底辺上に前記非磁性金属膜が形成されていることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項6】 主磁極と副磁極とを備える単磁極ヘッドを含む磁気ヘッドの製造方法において、

前記主磁極となる磁性膜を形成する工程と、

前記磁性膜上に第1の非磁性金属膜及び非磁性絶縁膜を順次形成する工程と、

前記第1の非磁性絶縁膜上にレジスト膜により第1のマスクを形成する工程と、

前記第1のマスクを用いて前記非磁性絶縁膜を反応性イオンエッチングにより加工して第2のマスクを形成する工程と、

第2のマスクを用いて前記磁性膜を前記主磁極の形状に加工する工程とを含むことを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項7】 請求6記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記磁性膜は

FeCo膜、CoNiFe膜、もしくはFeCo膜と非磁性膜との積層膜であり、前記反応性イオンエッチングに用いるエッチングガスはCl<sub>2</sub>もしくはBCl<sub>3</sub>を含んでいることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 請求項 7 記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記第 1 の非磁性金属膜はNiCr、Cr、Ta又はTaWからなり、前記非磁性絶縁膜はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 請求項 6 記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記第 1 の非磁性金属膜の膜厚は5 nm以上、30 nm以下であることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 主磁極と副磁極とを備える単磁極ヘッドを含む磁気ヘッドの製造方法において、

前記主磁極となる磁性膜を形成する工程と、

前記磁性膜上に第 1 の非磁性金属膜、非磁性絶縁膜及び第 2 の非磁性膜金属を順次形成する工程と、

前記第 2 の非磁性金属膜上にレジスト膜により第 1 のマスクを形成する工程と、

前記第 1 のマスクを用い、前記第 2 の非磁性金属膜をイオンミリングにより加工して第 2 のマスクを形成する工程と、

前記第 2 のマスクを用いて前記非磁性絶縁膜を反応性イオンエッチングにより加工して第 3 のマスクを形成する工程と、

前記第 3 のマスクを用いて前記磁性膜を前記主磁極の形状に加工する工程とを含むことを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 請求 10 記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記磁性膜はFeCo膜、CoNiFe膜、もしくはFeCo膜と非磁性膜との積層膜であり、前記反応性イオンエッチングに用いるエッチングガスはCl<sub>2</sub>もしくはBCl<sub>3</sub>を含んでいることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 12】 請求項 11 記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記第 1 の非磁性金属膜はNiCr、Cr、Ta又はTaWからなり、前記非磁性絶縁膜はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 13】 請求項 10 記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記第 1 の非磁性金属膜の膜厚は 5 nm 以上、30 nm 以下であることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 14】 請求項 10 記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記第 2 の非磁性金属膜は NiCr, Cr, Ta, TaW, Cu 又は Au からなることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 15】 主磁極と副磁極とを備える単磁極ヘッドを含む磁気ヘッドの製造方法において、

前記主磁極となる磁性膜を形成する工程と、

前記磁性膜上に第 1 の非磁性金属膜、非磁性絶縁膜及び第 2 の非磁性金属膜を順次形成する工程と、

前記第 2 の非磁性金属膜上にレジスト膜により第 1 のマスクを形成する工程と、

前記第 1 のマスクを用いて前記第 2 の非磁性金属膜及び非磁性絶縁膜を反応性イオンエッチングにより加工して第 2 のマスクを形成する工程と、

前記第 2 のマスクを用いて前記磁性膜を前記主磁極の形状に加工することを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 16】 請求 15 記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記磁性膜は FeCo 膜、CoNiFe 膜、もしくは FeCo 膜と非磁性膜との積層膜であり、前記反応性イオンエッチングに用いるエッチングガスは Cl<sub>2</sub> もしくは BCl<sub>3</sub> を含んでいることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 17】 請求項 16 記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記第 1 の非磁性金属膜は NiCr, Cr, Ta 又は TaW からなり、前記非磁性絶縁膜は Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> からなることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 18】 請求項 15 記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記第 1 の非磁性金属膜の膜厚は 5 nm 以上、30 nm 以下であることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 19】 請求項 15 記載の磁気ヘッドの製造方法において、前記第 2 の非磁性金属膜は NiCr, Cr, Ta, TaW, Cu 又は Au からなること



を特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、垂直記録用の単磁極ヘッドを備える磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

コンピュータ等の情報処理装置の外部記録装置として使用される磁気記録再生装置であるハードディスク装置は、近年大容量化、小型化が要求され続けている。それに伴いハードディスク装置では、主に記録密度の向上で対応を行っている。しかし、従来の長手磁気記録方式を用いて高密度化を行った場合、記録媒体上の記録磁化の磁化転移領域で反磁界が最大となるため記録層厚を薄くする必要がある、その結果、熱的な錯乱によって記録されたデータが消えてしまうという問題がある。一方、記録磁化の方向が媒体の膜厚方向である垂直磁気記録方式は、磁化転移領域で反磁界が最小となるため媒体の膜厚を薄くする必要が比較的少なく、高記録密度化を達成しやすい。

【0 0 0 3】

垂直記録媒体に垂直磁気記録用磁気ヘッドすなわち垂直磁気ヘッド（単磁極ヘッド）を用いて信号を記録する場合、電気的信号はコイルによって磁氣的信号に変換され、主磁極及び副磁極に磁束が励起される。この磁束の一部は副磁極から主磁極を通間し、記録媒体の垂直記録層を貫通する。そして、垂直記録層の下層の軟磁性下地層を通り副磁極へと戻る閉ループを描く。この際、副磁極は、主磁極から記録媒体の垂直記録層及び軟磁性下地層に生じた磁束を磁氣的に効率よく、再び主磁極に戻すために用いられる。そしてこのような磁束の流れによって垂直記録媒体上に磁化として信号の記録を行っている。こうした磁気ヘッドについての報告は、日本応用磁気学会誌Vol.24, 335-338 (2000)にその例が開示されている。

【0 0 0 4】

ところで、こうした垂直磁気記録ヘッドにおいて面記録密度の向上に伴い、記録トラック幅の縮小が望まれている。しかしながら、記録トラック幅の縮小は、主磁極先端から磁気記録媒体に生じる磁界の減少を引き起こす。そこで、この磁界の減少を抑制にするためには主磁極の膜厚は厚いほうが望ましい。一方、磁気ディスク装置において磁気記録媒体の内周から外周にわたって広範囲に記録再生を行う必要がある。しかし、磁気記録媒体の外周及び外周において、磁気記録媒体の回転方向の接線に対して磁気ヘッドは約  $0 \sim 15^\circ$  程度のスキュー角がついた状態で記録再生を行う。この際、主磁極の浮上面における形状が矩形形状であると記録トラック幅を縮小できないため、主磁極のリーディング側のトラック幅を主磁極のトレーリング側の幅に対して狭い形状にして狭トラック幅に対応する方法が提案されている。

#### 【0 0 0 5】

浮上面における主磁極のリーディング側のトラック幅がトレーリング側のトラック幅より小さい形状を有する磁気ヘッドの形成方法として、特開 2 0 0 2 - 9 2 8 2 1 号公報には非磁性絶縁膜上にレジストフレームを形成し、リアクティブ・イオン・エッチング (R I E) により非磁性絶縁膜に溝を作り、磁性膜をめっきした後、ケミカル・メカニカル・ポリッシュ (C M P) により逆台形形状を有する主磁極を形成する方法が開示されている。特開 2 0 0 2 - 1 9 7 6 0 9 号公報には、めっき下地膜上にレジストフレームを形成した後、磁性膜及び非磁性膜をめっきし、逆台形形状を有する主磁極を形成する方法が開示されている。特開 2 0 0 2 - 2 0 8 1 1 2 号公報には、磁性膜上に非磁性膜を成膜した後、レジストフレームを形成し、めっきを行った後、ドライエッチングにより逆台形形状を有する主磁極を形成する方法が開示されている。

#### 【0 0 0 6】

##### 【非特許文献 1】

日本応用磁気学会誌 Vol. 24, 335-338 (2000)

##### 【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 9 2 8 2 1 号公報

##### 【特許文献 2】

特開 2002-197609 号公報

【特許文献 3】

特開 2002-208112 号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

特開 2002-92821 号公報の方法では、非磁性絶縁膜上に作った溝の深さがロット間でばらつくことや CMP による研磨量が基板面内で分布することによって、主磁極の膜厚がばらつくことが予想される。この主磁極の膜厚の分布は記録磁界がばらつく原因となるので望ましくない。特開 2002-197609 号公報の方法では、非常に狭いレジストフレーム間のめっき膜厚の制御が難しく、主磁極の膜厚がばらつくと考えられる。特開 2002-208112 号公報の方法において、非磁性膜はドライエッチング時における磁性膜の上面の保護を目的としており、磁性膜の腐食についての認識がない。

【0008】

本発明においては、単磁極ヘッドにおける主磁極の形成方法として、狭トラック化を図るために磁性膜上に非磁性絶縁膜を形成した後、非磁性絶縁膜上にホトレジストを形成し、反応性イオンエッチングにより非磁性絶縁膜を選択的に除去し、残った非磁性絶縁膜をマスクとして、磁性膜をイオンミリングにより所定の形状に加工する方法の採用を考えた。しかしながら、非磁性絶縁膜を  $\text{Cl}_2$  もしくは  $\text{BCl}_3$  を含んだ混合ガスにより反応性エッチングした場合、 $\text{FeCo}$  や  $\text{CoNiFe}$  からなる磁性膜に腐食が生じることがわかった。

そこで本発明は、磁性膜の腐食を防止して、狭トラックに適した単磁極ヘッドを備える磁気ヘッドを製造することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明においては、磁気ヘッドに記録用ヘッドとして備えられる単磁極ヘッドの主磁極の形成方法として、狭トラック化を図るために、磁性膜上に非磁性絶縁膜を形成した後、非磁性絶縁膜上にホトレジストを形成し、反応性イオンエッチングにより非磁性絶縁膜を選択的に除去し、残った非磁性絶縁膜をマスクとして

、磁性膜をイオンミリングにより所定の形状に加工する方法を採る。また、記録磁極から生じる磁界を向上させるため、主磁極となる磁性膜にFeCoやCoNiFe等の高飽和磁束密度材を用いる。ここで、非磁性絶縁膜をCl<sub>2</sub>もしくはBCl<sub>3</sub>を含んだ混合ガスによる反応性エッチングにより選択的にエッチングすると、FeCoやCoNiFeからなる磁性膜に腐食が生じる。そこで非磁性絶縁膜のエッチングの際に磁性膜がエッチングガスにさらされない構成とした。具体的には、磁性膜上にエッチング耐性を有する非磁性金属膜を形成した。非磁性金属膜としてはTa, Cr, NiCr等を使用した。また非磁性金属膜の膜厚は、5～30nmとした。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態を詳細に説明する。

図1～4は、本発明による垂直記録用磁気ヘッドの構成例を示す図である。ここで図1は、磁気ヘッドの断面図であり、媒体対向面及び基板面双方の面に対して垂直な面を示している。図2は、その平面図であり、媒体対向面に対して垂直で、基板面に対して垂直な面の右側半分を示す。図3は磁気ヘッドの媒体対向面を示す図である。図4は、磁気ヘッドの媒体対向面の主磁極部の拡大図である。これらの図において、11は基板、12は絶縁膜、13は下部シールド、14は絶縁膜、15は上部シールド、16は磁気抵抗効果素子、17は絶縁膜、18は電極である。21は副磁極、22は絶縁膜、23は絶縁膜、24はコイル、25, 26はヨークであり、27は有機絶縁膜、32は主磁極、34は下地膜、35は第1の非磁性金属膜、36は非磁性絶縁膜である。なお、A-A'は磁気ヘッドの浮上面を示す。

#### 【0011】

図示した磁気ヘッドの再生部は下部シールド13、磁気抵抗効果膜16、上部シールド15を含む構成となっている。磁気抵抗効果膜16の両脇には電極18や図示していない磁区制御層が接続される。磁気抵抗効果膜16には、AMR（異方性磁気抵抗効果）膜、GMR（巨大磁気抵抗効果）膜等の磁気抵抗効果を有する膜を用いることができる。また、磁気抵抗効果膜16として、電流を膜に垂

直に流す TMR（トンネル磁気抵抗効果膜）や CPP 形磁気抵抗効果膜を用いることができる。また、図示した磁気ヘッドの記録部は、副磁極 21 上に絶縁膜 22 を介してコイル 24 を形成し、コイル 24 は絶縁膜 27 に覆われた構成とし、副磁極 21 は、ヨーク 25, 26 を介して主磁極 32 と磁氣的に結合されている。

#### 【0012】

図 2 の平面図に示すように、主磁極 32 は浮上面から 50 ~ 500 nm 離れた領域までは細く、浮上面 A-A' に垂直な形状であり、それ以上離れた位置では広がった形状を有する。このような構造により、トラック幅の分布が小さく、かつ大きな磁界が生じる磁気ヘッドが得られる。

#### 【0013】

図 3 に示すように、本発明の磁気ヘッドの浮上面は、副磁極 21 上に絶縁膜 23 を介して主磁極 32 が形成されている。この例では、主磁極 32 のリーディング側に副磁極 21 が位置しているが、この主磁極 32 と副磁極 21 の位置関係は上下反転していてもよい。その場合、コイル 24 やヨーク 25 等も主磁極 32 の上層に形成される。

#### 【0014】

図 4 に示す拡大図において、主磁極 32 の下層には、主磁極 32 の磁気特性を向上するために下地膜 34 が形成され、主磁極 32 の上層には第 1 の非磁性金属膜 35 が形成される。主磁極 32 は FeCo, CoNiFe 等の高飽和磁束密度を有する磁性膜もしくは FeCo と非磁性膜との積層膜から構成される。下地膜 34 としては NiCr, Au, Cu, Cr, が用いられる。また、第 1 の非磁性金属膜 35 としては NiCr, Cr, Ta 又は TaW が用いられる。

#### 【0015】

この図のように、浮上面における主磁極 32 のトラック幅が、主磁極 32 の下側で狭い構造にすることで、近接のトラックのデータを誤って消去することのない磁気ヘッドが得られる。単層の磁性膜あるいは磁性膜と非磁性膜との積層構造を有する主磁極 32 のトラック幅  $w$  は、記録密度が高まるにつれて狭くなるが、例えば 40 ~ 200 nm である。主磁極 32 の膜厚  $t$  は、トラック幅に対し 0.

5～3の範囲とすることが望ましい。下地膜34の膜厚は、2～20nmの範囲とすることが望ましい。

#### 【0016】

次に、本発明による磁気ヘッドの製造方法について説明する。主磁極32より下の層の形成方法は従来法と同じであるため、ここでは主磁極32より上の層の形成方法について主に説明する。

#### 【0017】

図5は、本発明による磁気ヘッドの製造方法の一例を示す工程断面図である。絶縁膜23の上に下地膜34を形成し、図5(a)に示すように、その上に主磁極32となる磁性膜（以下、主磁極32となる磁性膜のことを単に主磁極32ということもある）、例えばFeCoあるいはCoNiFeを200nm形成する。主磁極32上に第1の非磁性金属膜35及び非磁性絶縁膜36を形成する。ここで第1の非磁性金属膜35の膜厚は5～30nmとし、非磁性絶縁膜36の膜厚は、300～1000nmとした。次に、レジスト50を非磁性絶縁膜36上に形成し、図5(b)に示すように、レジスト50をパターンニングして第1のマスクとする。レジスト50の膜厚は300～1500nmとした。次に、図5(c)に示すように、第1のマスクを用い、Cl<sub>2</sub>もしくはBCl<sub>3</sub>を含んだ混合ガスにより、非磁性絶縁膜36を所定の形状にエッチングしたのちレジスト50を除去し、第2のマスクを形成する。ただし、レジスト50を残したまま次工程を行ってもよい。

#### 【0018】

非磁性膜絶縁膜36は、基板11に対して略直交するようにエッチングすることが望ましいが、若干であれば上側の幅が下側の幅よりも小さい順台形形状でもよい。ここで、非磁性絶縁膜36のエッチングに用いるCl<sub>2</sub>もしくはBCl<sub>3</sub>を含んだ混合ガスは、主磁極32の腐食を引き起こす。したがって、エッチングガスに主磁極32がさらされないように、第1の非磁性金属膜35を、主磁極32と非磁性絶縁膜36との間に挟んだ構成とする。第1の非磁性金属膜35は、非磁性絶縁膜36と比較してエッチングレートが小さい材料が望ましく、例えばNiCr, Cr, Ta, TaWがよい。また、第1の非磁性金属膜35は、膜厚が

非常に薄い場合にはエッチングされるため、第1の非磁性金属膜35の膜厚は5 nm以上がよい。このような構成とすることで、主磁極32の腐食を防ぐことができる。

#### 【0019】

図5(d)に、第2のマスクを用い、イオンミリングにより主磁極32を所望の形に加工したところを示す。イオンミリングの条件は、基板面に対して法線方向を $0^\circ$ とすれば、ミリング角度を $30^\circ$ から $45^\circ$ 程度とするのが望ましい。このミリングによって主磁極32は矩形形状にエッチングされる。さらに、ミリング角度 $-50^\circ \sim -75^\circ$ 程度のミリングを行うことによって、図5(d)に示すように非磁性絶縁膜36は順台形状になり、第1の非磁性金属膜35及び主磁極32は逆台形状に加工される。なお、非磁性絶縁膜36は、ミリング後の膜厚が20~300 nm程度となる膜厚が望ましい。また、非磁性絶縁膜36の材料は、主磁極32をイオンミリングにより逆台形化を行うために、主磁極32の材料であるFeCo, CoNiFeよりミリングレートが小さい $Al_2O_3$ を使うのが望ましい。また、主磁極32のイオンミリングの際に、第1の非磁性金属膜35の膜厚が厚い場合、主磁極32をイオンミリングにより逆台形化するミリング時間が長くなるため、第1の非磁性金属膜35の膜厚は30 nm以下が望ましい。

#### 【0020】

図6は、本発明による磁気ヘッドの製造方法の他の例を示す工程断面図である。絶縁膜23の上に下地膜34を形成し、図6(a)に示すように、その上に主磁極32となる磁性膜、例えばFeCoあるいはCoNiFeを200 nm形成する。主磁極32上に第1の非磁性金属膜35としてNiCr, Cr, Ta, TaW等を、非磁性絶縁膜36として $Al_2O_3$ を、第2の非磁性金属膜37としてCr, Ni, Au, Pt, Ruの単層膜もしくは積層膜もしくは合金膜を順次形成する。ここで第1の非磁性金属膜35の膜厚は5~30 nmとし、非磁性絶縁膜36の膜厚は300~1000 nmとし、第2の非磁性金属膜37の膜厚は50~200 nmとした。次に、レジスト50を第2の非磁性金属膜37上に形成する。図6(b)に示すように、レジスト50は電子線描画装置もしくは縮小投

影形露光装置のホトリソグラフィー技術により所望の形にパターンニングされ、レジスト 50 の膜厚は例えば 300 ~ 1500 nm とした。

#### 【0021】

図 6 (c) には、イオンミリングにより第 2 の非磁性金属膜 37 をエッチングした後、レジスト層 50 を除去したところを示す。ここで第 2 の非磁性金属膜 37 は基板面に対し垂直にエッチングされることが望ましく、垂直にエッチングするイオンミリングの角度は基板面に対して法線方向を  $0^\circ$  とすれば  $30^\circ \sim 45^\circ$  程度が望ましい。

#### 【0022】

次に、図 6 (d) に示すように、非磁性絶縁膜 36 を  $C1_2$  もしくは  $BC1_3$  を含んだ混合ガスによりエッチングする。非磁性膜絶縁膜 36 は基板 11 に対して、略直交するようにエッチングすることが望ましい。非磁性絶縁膜 36 を略垂直にエッチングする方法として、反応性イオンエッチングする工程において、エッチングガスに  $C1_2$  もしくは  $BC1_3$  を含んだエッチングガスを用いることが望ましい。

#### 【0023】

図 6 (e) に、イオンミリングにより主磁極 32 を所望の形に加工したところを示す。イオンミリングの条件は、ミリング角度  $30^\circ$  から  $45^\circ$  程度が望ましい。このミリングによって主磁極 32 は矩形形状にエッチングされる。さらに、ミリング角度  $-50^\circ \sim -75^\circ$  程度のミリングを行うことによって、図に示すように非磁性絶縁膜 36 は順台形形状になり、第 1 の非磁性金属膜 35 及び主磁極 32 は逆台形形状に加工される。

#### 【0024】

ここで、非磁性絶縁膜 36 のエッチングに用いる  $C1_2$  もしくは  $BC1_3$  を含んだ混合ガスは、主磁極 32 となる  $FeCo$  あるいは  $CoNiFe$  の腐食を引き起こす。そこで、エッチングガスに主磁極 32 がさらされないように、第 1 の非磁性金属膜 35 を、主磁極 32 と非磁性絶縁膜 36 との間に挟んだ構成とした。第 1 の非磁性金属膜 35 は、非磁性絶縁膜 36 と比較してエッチングレートが小さい材料が望ましく、例えば  $NiCr$ ,  $Cr$ ,  $Ta$ ,  $TaW$  がよい。第 1 の非磁性



金属膜 35 の膜厚は、薄すぎるとエッチングされてしまって主磁極 32 の腐食を防ぐことができず、厚すぎるとイオンミリングにより逆台形化するミリング時間が長くなるため、5 nm 以上、30 nm 以下が望ましい。

#### 【0025】

本実施例では、非磁性絶縁膜 36 のエッチングにおいて、レジストではなく第 2 の非磁性金属膜をマスクとする工程としている。実施例 1 においては、非磁性絶縁膜 36 をエッチングする際のレジストの膜厚は、非磁性絶縁膜 36 の膜厚と同等程度かそれ以上必要と考えられる。本実施例によれば、非磁性絶縁膜 36 をエッチングする際の第 2 の非磁性金属膜の膜厚は、第 2 の非磁性金属膜に対して非磁性絶縁膜 36 のエッチングレートが大きいので、非磁性金属膜の膜厚に対して 1/5 程度の膜厚で十分である。この第 2 の非磁性金属膜上にレジスト 50 を形成しミリングを行う際に必要なレジストの膜厚は、第 2 の非磁性金属膜の膜厚に対して 3 倍程度である。したがって実施例 1 に対して、レジスト 50 の必要な膜厚は小さいので、レジスト 50 を精度よくパターンニングできるようになり、トラック幅精度が向上する。

#### 【0026】

図 7 は、本発明による磁気ヘッドの製造方法の他の例を示す工程断面図である。絶縁膜 23 の上に下地膜 34 を形成し、図 7 (a) に示すように、その上に主磁極 32 となる磁性膜、例えば FeCo あるいは CoNiFe を 200 nm 形成し、主磁極 32 の上に第 1 の非磁性金属膜 35、非磁性絶縁膜 36 及び第 2 の非磁性金属膜 37 を順次形成する。第 1 の非磁性金属膜 35 としては、NiCr, Cr, Ta, TaW 等を 5～30 nm 程度の膜厚に成膜し、非磁性絶縁膜 36 としては Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を 300～1000 nm 程度の膜厚に成膜した。第 2 の非磁性金属膜は、膜厚を 5～20 nm 程度とし、材料は NiCr, Cr, Ta, TaW, Cu, Au がよい。

#### 【0027】

次に、図 7 (b) に示すように、第 2 の非磁性金属膜 37 上にレジスト 50 を形成し、電子線描画装置によってパターンニングする。電子線描画装置によってレジスト 50 のパターンニングを行うとき、基板表面は電子線によるチャージアップ

を防止するために導電性が望ましい。また、基板表面が磁性膜であると、電子が曲げられて加速されるため、基板表面は非磁性膜が望ましい。そこで第2の非磁性金属膜37を非磁性絶縁膜36上に配置した。

#### 【0028】

次に、図7(c)に示すように、第2の非磁性金属膜37及び非磁性絶縁膜36をC12もしくはBC13を含んだ混合ガスによりエッチングしたのち、レジストを除去する。ただし、レジストを残したまま次工程を行ってもよい。ここで第2の非磁性金属膜37は、C12もしくはBC13を含んだ混合ガスに対してエッチング耐性がある場合、金属膜の膜厚を薄くすることによって、エッチングされる。また、第2の非磁性金属膜37はイオンミリングにて除去してもよい。

#### 【0029】

図7(d)には、イオンミリングにより主磁極32を所望の形に加工した状態を示す。イオンミリングの条件は、ミリング角度が30°から45°程度が望ましい。イオンミリングによって主磁極32は矩形形状にエッチングされる。さらに、ミリング角度-50°~-75°程度のミリングを行うことによって、図示するように非磁性絶縁膜36は順台形形状になり、第1の非磁性金属膜35及び主磁極32は逆台形形状に加工される。

#### 【0030】

本実施例では、電子線描画装置を用いてレジスト50をパターンニングする。したがって、基板表面は導電性でかつ非磁性であることが望ましい。そこで実施例2と同様に非磁性金属膜37を非磁性絶縁膜36上に配置した。また、非磁性絶縁膜36をエッチングする際はレジスト50をマスクとして用いて、工程を短縮した。電子線描画装置を用いてパターンニングするためにトラック幅精度が向上する。

#### 【0031】

図8は、主磁極形成後の工程の一例を示す工程断面図である。図8(a)~(d)の右側の図は、左側に示した図のBB'断面を示す図である。

図8(a)には、主磁極32を逆台形形状に加工したところを示す。次に、図8(b)に示すように、主磁極32、第1の非磁性金属膜35及び非磁性絶縁膜

36を覆うように絶縁膜38を成膜する。次に、図8(c)に示すように、主磁極32とヨーク26との接続部分になる部分の非磁性絶縁膜36, 38をイオンミリングにて取り除きヨーク26を形成する。更に、図8(c)の工程の後、端子等を形成した後、浮上面を加工したところを図8(d)に示す。このような一連の加工を行うことで、逆台形形状をもつ主磁極32を備える磁気ヘッドを得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明による磁気ヘッドの一例の断面図である。

##### 【図2】

本発明による磁気ヘッドの一例の平面図である。

##### 【図3】

本発明による磁気ヘッドの一例の媒体対向面を示す図である。

##### 【図4】

磁気ヘッドの媒体対向面の主磁極部の拡大図である。

##### 【図5】

本発明による磁気ヘッドの製造方法の一例を示す工程断面図である。

##### 【図6】

本発明による磁気ヘッドの製造方法の他の例を示す工程断面図である。

##### 【図7】

本発明による磁気ヘッドの製造方法の他の例を示す工程断面図である。

##### 【図8】

主磁極形成後の工程の一例を示す工程断面図である。

#### 【符号の説明】

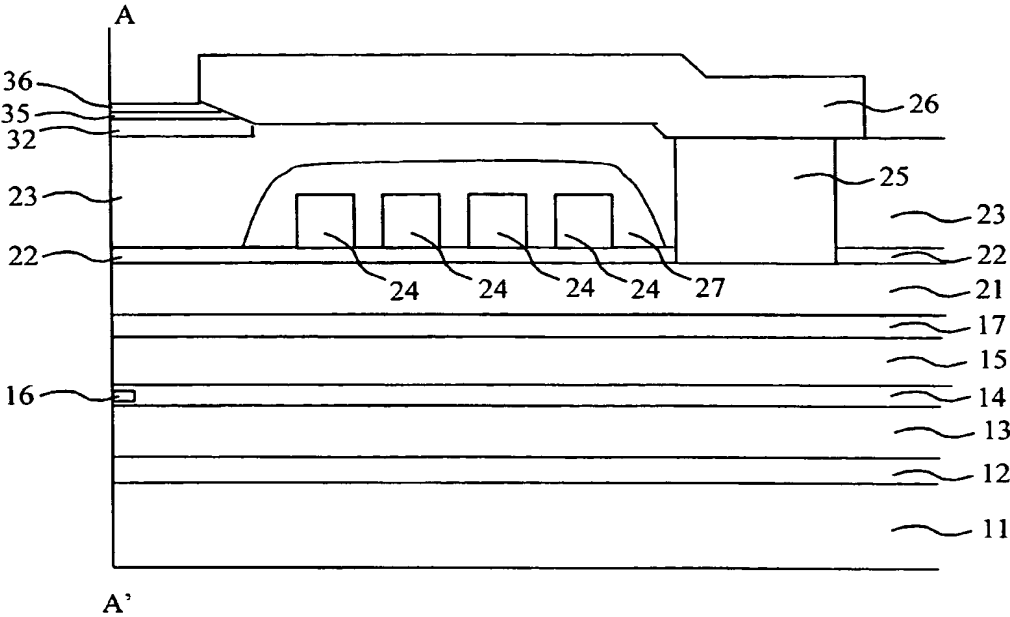
11…基板、12…絶縁膜、13…下部シールド、14…絶縁膜、15…上部シールド、16…磁気抵抗効果膜、17…絶縁膜、18…電極、21…副磁極、22…絶縁膜、23…絶縁膜、24…コイル、25…ヨークA、26…ヨークB、27…有機絶縁膜、32…主磁極、34…下地膜、35…第1の非磁性金属膜、36…非磁性絶縁膜、37…第2の非磁性金属膜、38…絶縁膜、50…レジス

ト

【書類名】 図面

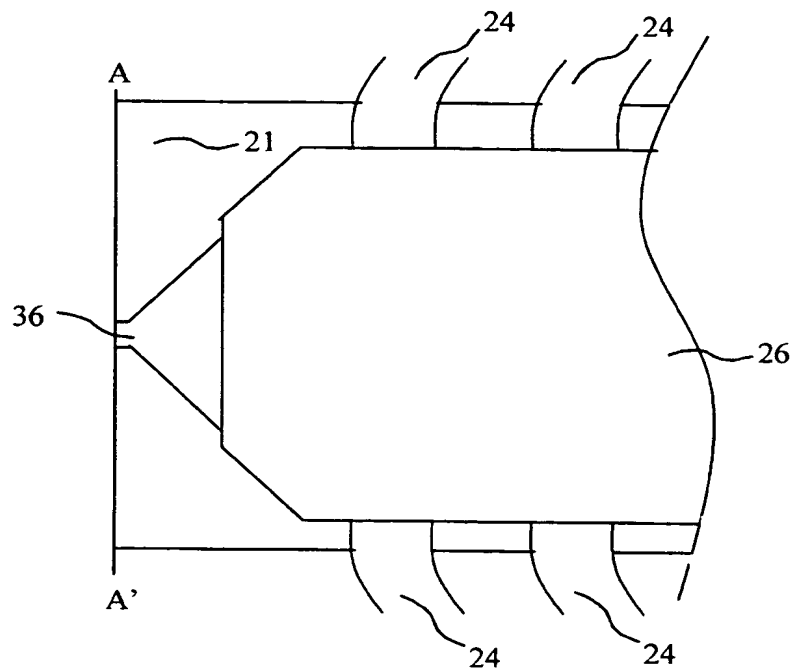
【図 1】

図 1



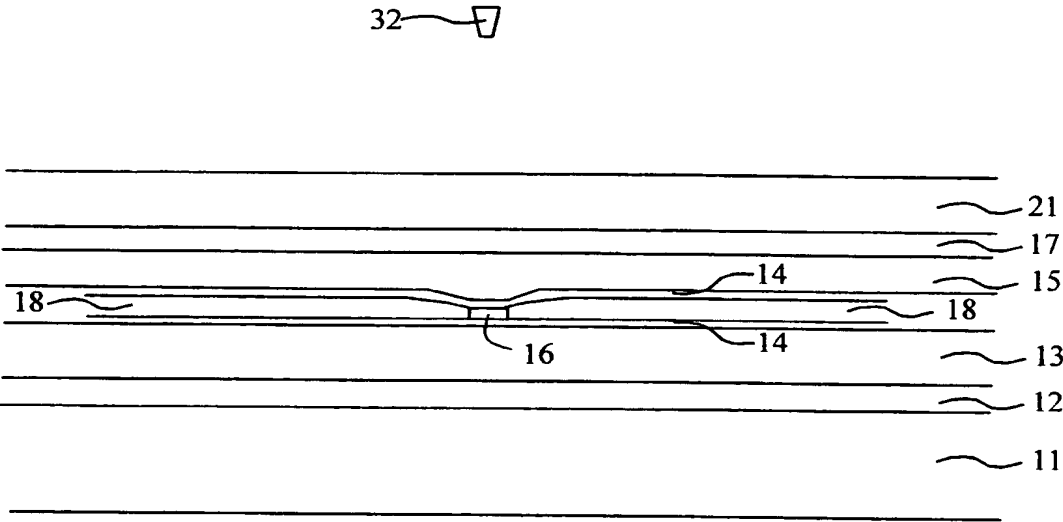
【図 2】

図 2



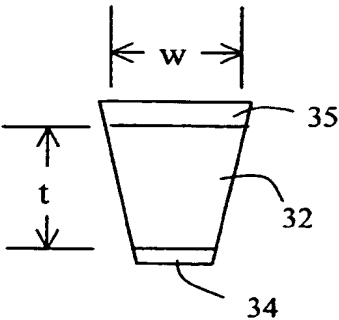
【図 3】

図 3



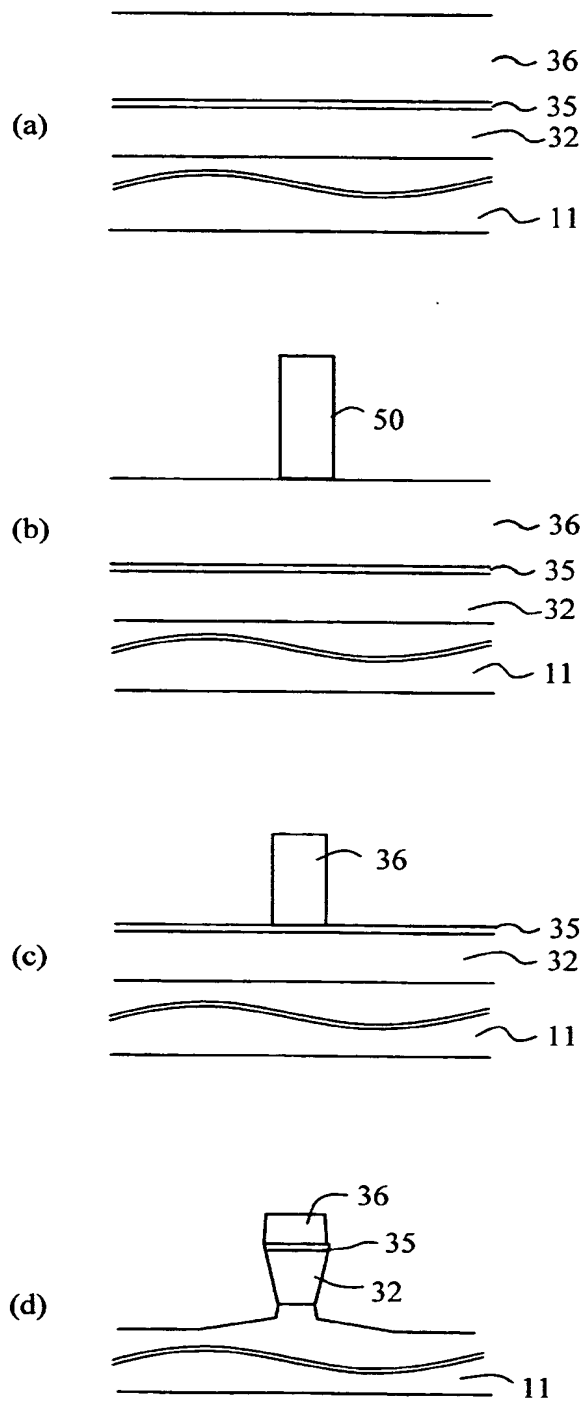
【図 4】

図 4



【図5】

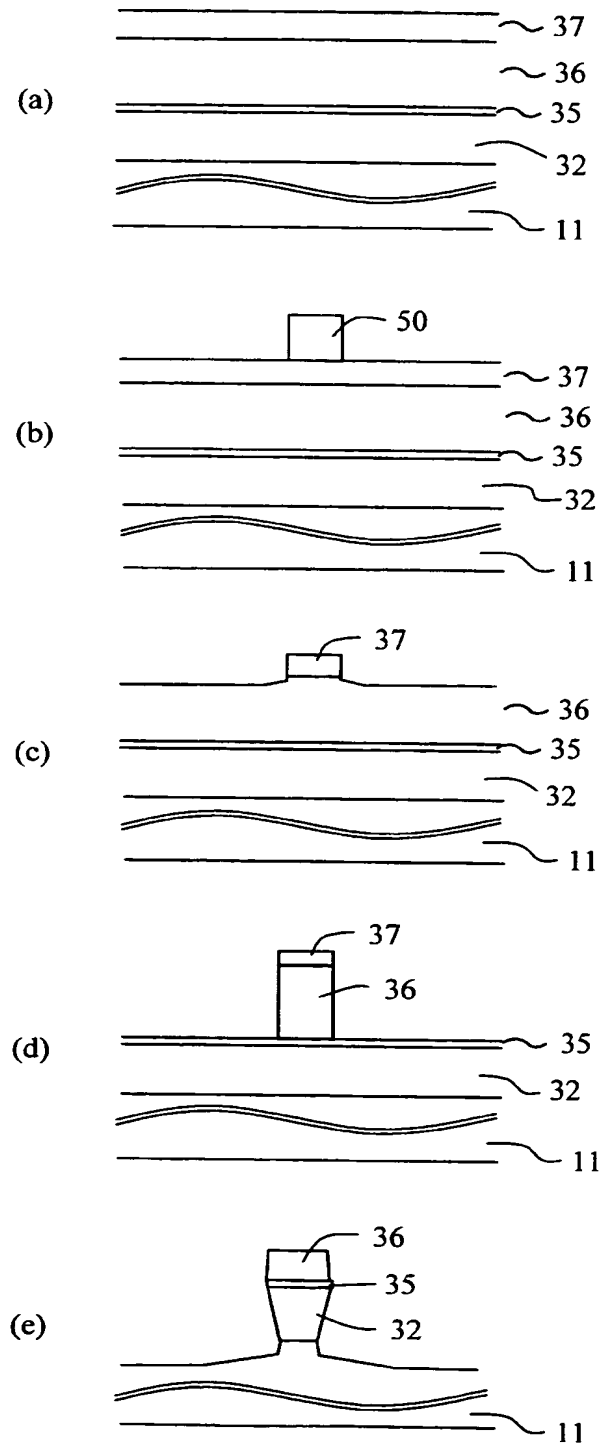
図5





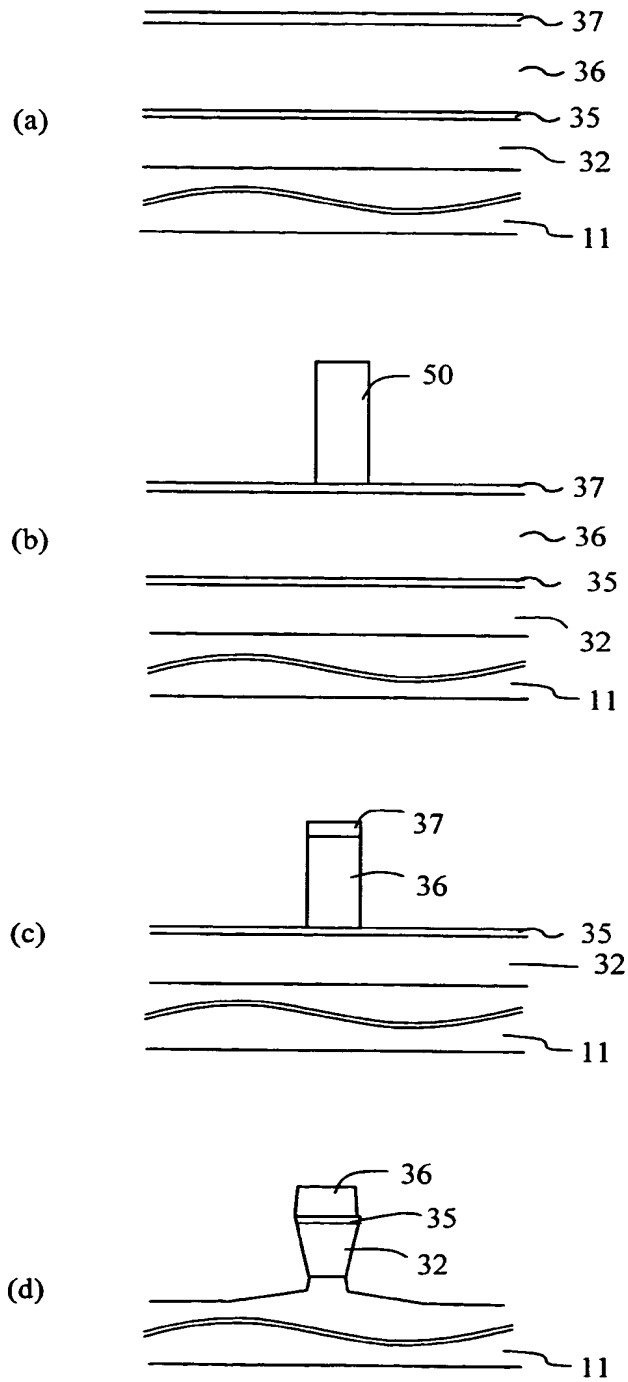
【図 6】

図 6



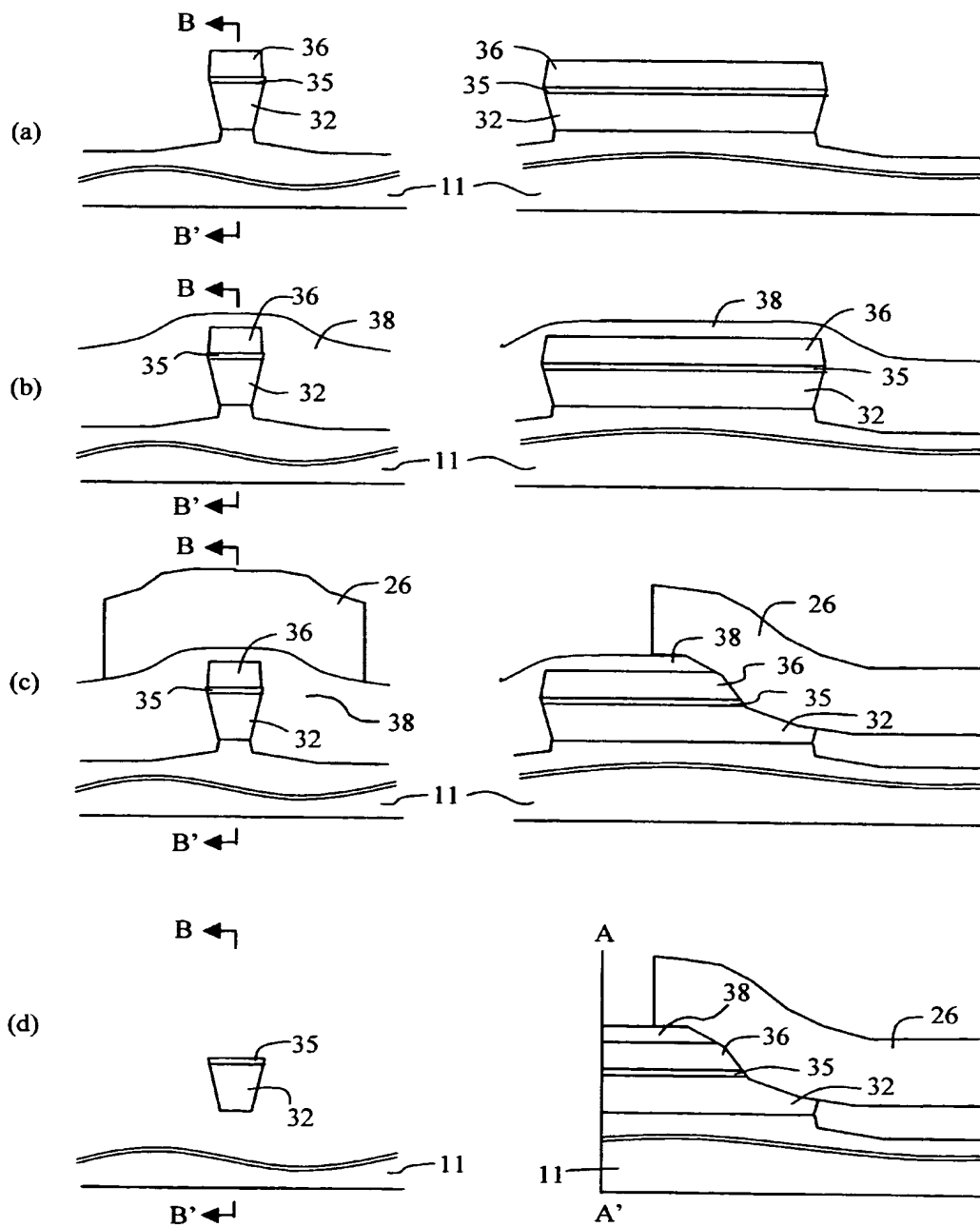
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 主磁極部の腐食を回避し、高記録密度化に適した薄膜磁気記録ヘッドを提供する。

【解決手段】 主磁極 3 2 の上部側に非磁性金属膜 3 5 を形成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 7 8 7 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所